

## Verfahren und Vorrichtung zur Entfernungsmessung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernungsmessung zwischen einem insbesondere von einem Kraftfahrzeug mitgeführten oder mitführbaren Abstandssensor und einem Objekt durch Aussenden von elektromagnetischen Impulssignalen und Empfangen vom Objekt reflektierter Signale sowie nachfolgender Ermittlung der Signallaufzeit. Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete und vorgesehene Vorrichtung.

Aus der EP 0 312 524 B1 ist ein Ansatz zur Entfernungsmessung durch Verarbeitung optischer Impulssignale bekannt. Bei diesem Ansatz geht es darum, die Signalstärke der empfangenen Signale geeignet zu erhöhen, um eine einwandfreie Signalverarbeitung und damit eine Distanzmessung über den angestrebten Entfernungsbereich überhaupt mit genügender Zuverlässigkeit zu ermöglichen. Dazu wird vorgeschlagen, die empfangenen Signale in diskretisierter Form zu addieren. Dieses Addieren der jeweils auf entsprechende Abtastzeitpunkte bezogenen Abtastwerte der periodisch ausgesendeten Impulsfolgen führt zu einer Überhöhung der ausgewerteten Empfangssignale und soll damit zur angestrebten Steigerung der Empfindlichkeit der Gesamtanordnung beitragen.

Die Erfindung geht hier einen anderen Weg. Ziel ist es nämlich das empfangene Signal möglichst gut zu rekonstruieren, um auf qualifizierter Basis eine Zuordnung des empfangenen Signals zum ausgesandten Signal zu ermöglichen. Mit anderen Worten besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren anzugeben, dass sich gleichzeitig einerseits durch eine ausreichend hohe Empfindlichkeit, so dass auch kleine und ggf. dunkle Objekte erkannt werden, und andererseits durch einen

großen Dynamikbereich, so dass bis zu sehr kleinen Abständen wie auch bei reflektierenden Hindernissen verlässliche Meßergebnisse geliefert werden, ausgezeichnet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dazu wird bei einem Verfahren zur Entfernungsmessung zwischen einem insbesondere von einem Kraftfahrzeug mitgeführten Abstandssensor und einem Objekt durch Aussenden von elektromagnetischen Impulssignalen und Empfangen vom Objekt reflektierter Signale, wobei das vom Objekt reflektierte Signal eine zusammengehörige Folge von Pulsen umfasst, jeder Puls, um einen abgetasteten Puls zu erhalten, diskretisiert, wobei die abgetasteten Pulse addiert werden und die empfangenen Pulse vor der Diskretisierung und Addition mit einem Modulationssignal überlagert werden.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass Sensoren verwendet werden, die in jedem Meßzyklus mehrere Pulse (Pulsfolge) aussenden und dass als reflektiertes Signal gleichfalls eine Pulsfolge empfangen wird, wobei jeder empfangene Puls zur weiteren Verarbeitung abgetastet wird, um zu jedem empfangenen Puls einen abgetasteten Puls und damit eine Folge abgetasteter Pulse zu erhalten.

Des Weiteren geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, dass sich das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR für Signal Noise Ratio) auch durch die Integration mehrerer Pulse, z.B. durch Addieren und anschließende Mittelwertbildung, unter der Voraussetzung, dass die Amplitude des analogen Rauschens geringer ist als das Quantisierungsrauschen nicht wesentlich verbessern wird.

Zum Addieren der einzelnen abgetasteten Pulse wird von jedem abgetasteten Puls der jeweils erste Abtastwert addiert, um die erste Stützstelle eines resultierenden Summenpulses zu erhalten. Dann wird von jedem abgetasteten Puls der jeweils zweite Abtastwert addiert, um die zweite Stützstelle des resultierenden Summenpulses zu erhalten, usw. Zum Bilden des Mittelwertes wird der Wert der einzelnen Stützstellen des resultierenden Summenpulses durch die Anzahl der abgetasteten Pulse dividiert. Damit ergibt sich dann als resultierendes Signal eine trotz des mit der Diskretisierung verbundenen Informationsverlusts möglichst gute Näherung des empfangenen Pulses.

Für eine gezielte Offset-Modulation des abzutastenden Signals, nämlich der Folge empfangener Pulse, werden die empfangenen Pulse mit einem weiteren analogen Signal überlagert. Die empfangenen Pulse werden vorzugsweise vor Diskretisierung, Addition und Mittelwertbildung mit dem analogen Signal überlagert.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass sich neben vorgegebenen oder vorgebbaren, zumeist äquidistanten Quantisierungsstufen zusätzliche, virtuelle Quantisierungsstufen zwischen den vorgegebenen oder vorgebbaren Quantisierungsstufen ergeben. Mit diesen virtuellen Quantisierungsstufen ergibt sich eine weitgehend gut detaillierte Darstellung der empfangenen Signale im Vergleich zu den vorgegebenen Quantisierungsstufen.

Die abhängigen Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gerichtet.

Bei dem überlagerten Signal, dass im Folgenden als Modulationssignal bezeichnet wird, handelt es sich um ein bekanntes, z.B. nicht stochastisch verteiltes Signal, das über einen Meßzyklus (d.h. während einer vorgebbaren oder vorgegebenen Anzahl auf zuintegrierender / zuaddierender Pulse) eine konstante Amplitudenverteilung aufweist.

Hinsichtlich des Modulationssignals werden folgende vorgegebene einzelne Eigenschaften oder Kombinationen als besonders vorteilhafte Modulationsarten verwendet.

So wird das Modulationssignal bevorzugt mit einer vorgegebenen und während einer zusammengehörigen Folge empfangener Pulse konstanten Amplitudenverteilung verwendet.

Als vorteilhaft hat sich auch herausgestellt, wenn das Modulationssignal gleichmäßig verteilt ist und dessen Amplitude einer Quantisierungsstufe bei der Diskretisierung der empfangenen Pulse oder einem ganzzahligen Vielfachen einer solchen Quantisierungsstufe entspricht.

Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn die Anzahl der zusammengehörigen, abgetasteten Pulse und die Anzahl der vom Modulationssignal überstrichenen Quantisierungsstufen teilerfremd ist. Zweckmäßigerweise wird ein mittelwertfreies Modulationssignal verwendet.

Als ein besonders bevorzugtes Modulationssignal, das alle diese Eigenschaften vereint und hinsichtlich der Amplitude leicht auf die gewünschten Verhältnisse einstellbar und zudem insgesamt mit nur geringem Aufwand generierbar ist, wird ein Sägezahnsignal verwendet.

Anstelle der Überlagerung der empfangenen Signale mit dem Modulationssignal kommt auch eine Verschiebung der Quantisierungsstufen in Abhängigkeit von einem Modulationssignal der oben beschriebenen Art in Betracht. In ähnlicher Weise wird auch eine Skalierung der empfangenen Pulse in Abhängigkeit von einem Modulationssignal der oben beschriebenen Art ausgeführt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Phasenverschiebung der empfangenen Pulse in Abhängigkeit von einem Modulationssignal der oben beschriebenen Art ausgeführt. Als eine weitere bevorzugte Ausführungsform wird die zeitliche Lage der ausgesendeten Impulssignale und/oder die Signallaufzeit in Abhängigkeit von einem Modulationssignal der oben beschriebenen Art variiert.

Bezüglich der Vorrichtung wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 12. Die Vorrichtung umfasst einen insbesondere von einem Kraftfahrzeug mitgeführten oder mitführbaren Abstandssensor mit Sender und Empfänger, wobei der Sender zum Aussenden von elektromagnetischen Impulssignalen und der Empfänger zum Empfangen von an einem Objekt reflektierten Signalen in Form einer zusammengehörigen Folge von Pulsen vorgesehen ist. Weiter umfasst die Vorrichtung ein Modulationsmittel zur Überlagerung der empfangenen Pulse mit einem Modulationssignal, Diskretisierungsmittel, z.B. einen an sich bekannten Analog-Digital-Wandler (kurz AD-Wandler genannt) zum Diskretisieren jedes Pulses, um einen abgetasteten Puls zu erhalten, sowie Verarbeitungsmitteln, z.B. einen Mikroprozessor, Mikrocontroller, ASIC, oder dergleichen, zum Addieren der abgetasteten Pulse.

Der Vorteil der Erfindung und ihrer Ausgestaltungen besteht insbesondere darin, dass ein besonders einfacher und somit

kostengünstiger AD-Wandler mit geringer Amplituden-Auflösung für einen großen Dynamikbereich eingesetzt werden kann.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Darin zeigen:

- FIG 1 ein sich in Richtung eines Objekts bewegendes Kraftfahrzeug mit einer Einrichtung zur Detektion des Objekts,
- FIG 2 eine Folge von nach Reflexion an einem Objekt empfangener Pulse über einer Zeitachse,
- FIG 3 eine bekannte Abtastung oder Diskretisierung der empfangenen Pulse,
- FIG 4 einen Summenpuls als Ergebnis einer bekannten Addition der abgetasteten Pulse,
- FIG 5 eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Einbeziehung eines Modulationssignals,
- FIG 6 eine Abtastung der mit dem Modulationssignal beaufschlagten empfangenen Pulse,
- FIG 7 eine Darstellung eines sich nach Addieren und Bilden des Mittelwertes der Pulse ergebenden Signals,
- FIG 8 eine Skalierung der empfangenen Pulse mit dem Modulationssignal,
- FIG 9 eine Skalierung der Quantisierungsstufen in Abhängigkeit von dem Modulationssignal.

Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Kraftfahrzeug 1, das sich auf ein Objekt 2 zu bewegt. Das Fahrzeug verfügt ü-

ber ein Kollisionserkennungs-, -warnungs- oder -vermeidungssystem, im Folgenden zusammenfassend als Kollisionserkennungssystem KS oder kurz als Kollisionserkennung bezeichnet. Das Kollisionserkennungssystem KS umfasst zumindest einen Sender 3 und einen Empfänger 4. Der Sender 3 und der Empfänger 4 bilden zusammen mit einer Auswerteelektronik AE einen Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensor 5, im folgenden kurz als Abstandssensor 5 bezeichnet.

Der Sender 3 sendet während eines Messzyklus ein elektromagnetisches Impulssignal 6, d.h. der Sender 3 sendet während des Messzyklus eine Folge von Einzelsignalen - im Folgenden auch kurz als Signal 6 bezeichnet - aus. Wenn das Signal 6 auf ein Objekt 2 trifft, wird es an dem Objekt 2 reflektiert. Ein daraus resultierendes reflektiertes Signal 7 gelangt zum Empfänger 4, so dass in an sich bekannter Weise anhand des ausgesandten Signals 6 und des reflektierten Signals 7 der Abstands  $a$  des Objekts 2 vom Fahrzeug 1 ermittelt wird. Anhand der bekannten Geschwindigkeit  $v$  des Fahrzeugs 1 ist es möglich, die Zeitdauer bis zu einer eventuellen Kollision mit dem Objekt 2 zu ermitteln sowie in Abhängigkeit davon geeignete Maßnahmen zur Vermeidung der Kollision oder zur Minimierung der Auswirkungen der Kollision, also z.B. eine Warnung für den Fahrer, ein automatischer Eingriff in das Lenk- und/oder Bremssystem des Fahrzeugs, etc., zu treffen.

Ist das Objekt 2 selbst beweglich, etwa wenn es sich um ein weiteres Fahrzeug, z.B. um ein entgegenkommendes Fahrzeug handelt, kann nicht nur die Entfernung zu dem Objekt 2, sondern aus der zeitlichen Änderung der Entfernung oder des Abstands  $a$  und gleichzeitiger Berücksichtigung der Momentangeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs 1 die Geschwindigkeit des Objekts 2 ermittelt werden und aus Entfernung und Geschwin-

digkeit des Objekts 2 sowie eigener Geschwindigkeit wiederum eine evtl. Kollisionsgefahr sowie die Dauer bis zu einer evtl. Kollision ermittelt werden.

FIG 2 zeigt das reflektierte Signal 7 als eine Folge von empfangener Pulse 10 über einer Zeitachse 11. Der Sender 3 sendet dazu während jeweils eines Messzyklus als Signal 6 eine Folge von Pulsen aus, die nach der Reflexion am Objekt 2 vom Empfänger 4 als reflektierte Signale 7 und Folge von empfangenen Pulsen 10 empfangen werden. Die dargestellte Folge von empfangenen Pulsen 10 stellt sich am Empfänger 4 ein. Dies ist im Stand der Technik bekannt.

Gleichfalls ist im Stand der Technik die in FIG 3 dargestellte Abtastung oder Diskretisierung der empfangenen Pulse 10 bekannt. Dazu wird entlang der Zeitachse 11 in äquidistanten Abtastzeitpunkten 12 der momentane Wert des jeweils empfangenen Pulses 10 bezogen auf vorgegebene oder vorgebbare, äquidistante Quantisierungsstufen 13 ermittelt. Durch diese Abtastung ergibt sich zu jedem empfangenen Puls, 10 ein abgetasteter Puls 14.

Wie in FIG 4 als ebenfalls im Stand der Technik bekannt dargestellt, werden die abgetasteten Pulse 14 zu einem Summenpuls 15 addiert um eine Überhöhung der ausgewerteten Empfangssignale, also der empfangenen Pulse 10, zu erreichen. Eine Erhöhung der Dynamik des empfangenen Signals ist damit nicht erreicht, denn nach wie vor liegt jeder einzelne Stützpunkt des Summenpulses 15 auf einer der äquidistanten Quantisierungsstufen 13. Es handelt sich also um ein lediglich gestrecktes Signal; der zusätzliche Informationsgehalt aufgrund einer quasi gleichzeitigen Betrachtung einer Folge von empfangenen Pulsen 10 wird nicht genutzt.



Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Darstellung in FIG 4 im Vergleich zu den Darstellungen in FIGen 2 und 3 um 90° gedreht, d.h. die Zeitachse 11 verläuft vertikal.

FIG 5 zeigt eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens. Danach wird bei einer Folge von empfangenen Pulsen 10 jeder empfangene Puls 10 um dem jeweils aktuellen Wert eines Modulationssignals 18 erhöht. Als Modulationssignal 18 ist dabei ein Sägezahnsignal dargestellt. Das Erhöhen des jeweiligen Pulses 10 geschieht durch Addition der empfangenen Pulse 10 und des Modulationssignals 18. Für die Addition kann entweder das Modulationssignal 18 in der dargestellten, also periodisch kontinuierlich steigenden Form oder für jeden empfangenen Puls 10 konstant der Wert des Modulationssignals 18 bei Beginn des empfangenen Pulses 10 verwendet werden. Im letzteren Fall würde das sägezahnförmige Modulationssignal 18 auf ein periodisches, stufenförmiges Modulationssignal (nicht dargestellt) reduziert.

Die Verwendung des dargestellten kontinuierlich steigenden Modulationssignals 18 würde zu einer linearen Verzerrung der einzelnen empfangenen Pulse 10 führen, weil der jeweilige Summand, mit dem der empfangene Puls 10 beaufschlagt wird, mit zunehmender Dauer des Pulses 10 größer wird. Diese lineare Verzerrung, die durchaus gewünscht sein kann, wird besonders einfach vermieden, indem anstelle des kontinuierlich steigenden Modulationssignals 18 die stufenförmige Variante des Modulationssignals verwendet wird. Dabei wird jeweils zu Beginn eines Pulses 10 der aktuelle Wert des Modulationssignals 18 ermittelt und der empfangene Puls 10 während seiner kompletten Dauer mit diesem (konstanten) Wert beaufschlagt.

Dargestellt ist in FIG 5 die Situation, bei der die empfangenen Pulse 10 jeweils mit einem konstanten Wert in Abhängigkeit vom Modulationssignal 18 beaufschlagt werden.

FIG 6 zeigt, dass auch die mit dem Modulationssignal 18 beaufschlagten empfangenen Pulse 10 abgetastet werden, so dass sich zu jedem empfangenen Puls 10 ein abgetasteter Puls 14 ergibt. Die einzelnen abgetasteten Pulse 14 werden wiederum addiert und aus dem sich so ergebenden Summenpuls (nicht dargestellt) der Mittelwert gebildet um ein resultierendes Signal 16 zu erhalten.

FIG 7 zeigt eine Darstellung eines sich nach Addieren und Überlagerung des empfangenen Pulses 10 mit dem Modulationssignal 18 ergebenden Signals 16. Hierbei ergibt sich das resultierende Signal 16 aus Stützstellen, die zwischen den äquidistanten Quantisierungsstufen 13 liegen können. Mit anderen Worten: Es ergeben sich in vorteilhafter Weise „virtuelle Quantisierungsstufen“ 17 zwischen den äquidistanten Quantisierungsstufen 13. Dies entspricht quasi einer Abtastung der Folge von Pulsen 10 mit einer sehr feinen, mit zunehmender Anzahl der Pulse 10 innerhalb der jeweils betrachteten Pulsfolge gegen Null gehenden Diskretisierungsweite. Im Ergebnis führt dies zu einer erheblich höheren Auflösung der empfangenen Pulse 10 durch die höhere Diskretisierung des resultierenden Signals 16 als Abbild der empfangenen Pulse 10. Man kann ohne weiteres erkennen, dass das resultierende Signal 16 einen empfangenen Puls 10 sehr viel genauer nachbildet als jeder abgetastete Puls 14.

Ähnliches ergibt sich, wenn, wie in FIG 8 dargestellt, die empfangenen Pulse 10 mit dem jeweils aktuellen Wert des Modulationssignals 18 vorteilhafterweise skaliert werden. Dies

ermöglicht in einfacher Form eine Amplitudenmodulation der empfangenen Pulse 10. Die skalierten empfangenen Pulse 10 werden wiederum (nicht dargestellt) entsprechend der Quantisierungsstufen 13 abgetastet, so dass sich abgetastete Pulse 14 ergeben. Diese werden addiert. Das sich dann ergebende resultierende Signal (nicht separat dargestellt) umfasst wie das in FIG 5 dargestellte resultierende Signal 16 Stützstellen auf virtuellen Quantisierungsstufen 17.

Die additive Beaufschlagung der empfangenen Pulse 10 mit dem Modulationssignal 18, wie in FIG 6 dargestellt, kann auch als „Offset-Modulation“ bezeichnet werden. Die multiplikative Beaufschlagung der empfangenen Pulse 10 mit dem Modulationssignal 18, wie in FIG 8 dargestellt, wird auch als „Amplitudenmodulation“ bezeichnet.

Bei der Amplitudenmodulation wird der gewünschte Effekt näherungsweise erzielt, da die Wirkung von der Amplitude des Modulationssignals 18 abhängt. Erfolgt die Modulation jedoch über einen ausreichend großen Skalierungsbereich, ergeben sich auch nach dieser Variante der Erfindung zusätzliche virtuelle Quantisierungsstufen 17. Die Amplitudenmodulation wirkt sich vor allem im Bereich der Pulsmitte (im so genannten Peak) aus.

Eine Variante besteht darin, dass nicht die empfangenen Pulse 10 sondern das den empfangenen Pulsen 10 zugrunde liegende ausgesandte Impulssignals oder Signal 6 in der in FIG 8 gezeigten Art und Weise skaliert wird.

Eine weitere Variante ergibt sich, wenn anstelle der empfangenen Pulse 10 die Quantisierungsstufen 13 in Abhängigkeit vom Modulationssignal 18 skaliert oder verschoben werden.

Diese Skalierung der Quantisierungsstufen 13 in Abhängigkeit vom Modulationssignal 18 ist schematisch in FIG 9 dargestellt. Die empfangenen Pulse 10 werden vorzugsweise anhand der während der Folge von empfangenen Pulsen 10 nicht mehr äquidistanten Quantisierungsstufen 13 abgetastet. Dadurch ergeben sich auch unterschiedliche Formen der jeweils abgetasteten Pulse (nicht mehr separat dargestellt). Allgemein kann gesagt werden, dass die letzten empfangenen Pulse 10 innerhalb einer Folge zusammengehöriger empfangener Pulse 10 zunehmend gröber abgetastet werden. Durch die Summation und überlagerte Modulation ergibt sich aufgrund der jeweils unterschiedlichen Form der abgetasteten Impulse wieder eine Vielzahl virtueller Quantisierungsstufen 17.

Schließlich ergibt sich eine Variante der Erfindung auch dadurch, dass der Abstand der Abtastzeitpunkte 12 in Abhängigkeit vom Modulationssignal 18 skaliert wird. Diese Variante entspricht im Prinzip der in FIG 9 dargestellten Variante, bei der der Abstand der Quantisierungsstufen 17 in Abhängigkeit vom Modulationssignal 18 skaliert ist. Die Skalierung des Abstands der Abtastzeitpunkte 12 ist daher nicht separat dargestellt. Auch bei dieser Variante wird jeder empfangene Puls 10 zu den sich jeweils ergebenden Abtastzeitpunkten 12 abgetastet, um abgetastete Pulse 14 zu erhalten. Diese werden wiederum addiert, so dass sich nach Mittelwertbildung ein resultierendes Signal mit zusätzlichen virtuellen Quantisierungsstufen 17 ergibt. Auch diese Variante erzielt den gewünschten Effekt näherungsweise, da die Wirkung vom zeitlichen Gradienten des Modulationssignals 18 am jeweiligen Abtastzeitpunkt 12 abhängt.

Erfolgt die Skalierung über einen ausreichend großen Bereich, können auch nach dieser Variante zusätzliche virtuelle Quan-

tisierungsstufen 17 dargestellt werden. Diese Variante wirkt sich vornehmlich auf die Pulsflanken aus. Darüber hinaus wird diese Variante zur Unterscheidung von den vorstehend beschriebenen Varianten als Phasenmodulation bezeichnet.

Eine zusätzliche Variante ergibt sich, wenn statt der Abtastzeitpunkte 12 die zeitliche Lage der Pulse des ausgesandten Impulssignals 6 oder die Signallaufzeit variiert wird.

Weitere Varianten ergeben sich durch sinnvolle Kombinationen einzelner oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Varianten. Vorteilhaft ist z.B. eine Kombination einer Amplitudenmodulation und einer Phasenmodulation mit jeweils individuellen Modulationssignalen 18, da durch die Amplitudenmodulation das Zentrum der empfangenen Pulse 10 und durch die Phasenmodulation die Flanken der empfangenen Pulse 10 feiner aufgelöst werden.

Damit läßt sich die Erfindung kurz wie folgt darstellen:

Es wird ein Verfahren zur Entfernungsmessung zwischen einem insbesondere von einem Kraftfahrzeug mitgeführten Abstandsensor und einem Objekt durch Aussenden von elektromagnetischen Impulssignalen und Empfangen vom Objekt reflektierter Signale sowie nachfolgender Ermittlung der Signallaufzeit sowie eine zu dessen Ausführung geeignete Vorrichtung angegeben, wobei nach Reflexion an dem Objekt empfangene Pulse diskretisiert und addiert werden, wobei bei Ausgestaltungen des Verfahrens die empfangenen Pulse mit einem Modulationssignal beaufschlagt oder überlagert werden.

## Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Objekt
3	Sender
4	Empfänger
5	Abstandssensor
6	Impulssignal
7	Reflexion
10	empfangener Puls
11	Zeitachse
12	Abtastzeitpunkt
13	Quantisierungsstufe
14	abgetasteter Puls
15	Summenpuls
16	resultierendes Signal
17	virtuelle Quantisierungsstufe
18	Modulationssignal
a	Abstand
AE	Auswerteelektronik
KS	Kollisionserkennungssystem
v	Geschwindigkeit des Fahrzeugs 1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernungsmessung zwischen einem insbesondere von einem Kraftfahrzeug (1) mitgeführten Abstandssensor (5) und einem Objekt (2) durch Aussenden von elektromagnetischen Impulssignalen (6) und Empfangen vom Objekt (2) reflektierter Signale (7), wobei das vom Objekt (2) reflektierte Signal (7) eine zusammengehörige Folge von Pulsen (10) umfasst, jeder Puls (10), um einen abgetasteten Puls (14) zu erhalten, diskretisiert wird und die abgetasteten Pulse (14) addiert werden,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die empfangenen Pulse (10) vor der Diskretisierung und Addition mit einem Modulationssignal (18) überlagert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei das Modulationssignal (18) eine vorgegebene und während einer zusammengehörigen Folge empfangener Pulse (10) konstante Amplitudenverteilung aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
wobei das Modulationssignals (18) zeitlich gleichmäßig verteilt ist und dessen Amplitude einer Quantisierungsstufe (13) bei der Diskretisierung der empfangenen Pulse (10) oder einem ganzzahligen Vielfachen einer solchen Quantisierungsstufe (13) entspricht.
4. Verfahren nach Anspruch 3,  
wobei die Anzahl der zusammengehörigen, abgetasteten Pulse (14) und die Anzahl der vom Modulationssignal (18) überstrichenen Quantisierungsstufen (13) teilerfremd ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
wobei das Modulationssignal (18) mittelwertfrei ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
wobei das Modulationssignal (18) ein Sägezahnsignal ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei die Quantisierungsstufen (13) in Abhängigkeit von  
einem Modulationssignal (18) nach einem der Ansprüche 2  
bis 6 verschoben oder skaliert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei die empfangenen Pulse (10) in Abhängigkeit von ei-  
nem Modulationssignal (18) nach einem der Ansprüche 2 bis  
6 skaliert werden.
9. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei die empfangenen Pulse (10) in Abhängigkeit von ei-  
nem Modulationssignal (18) nach einem der Ansprüche 2 bis  
6 phasenverschoben werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei die zeitliche Lage der ausgesendeten Impulssignale  
(6) und/oder die Signallaufzeit in Abhängigkeit von einem  
Modulationssignal (18) nach einem der Ansprüche 2 bis 6  
variiert wird.
11. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem  
der Ansprüche 1 bis 10,  
mit einem insbesondere von einem Kraftfahrzeug (1) mit-  
führbaren Abstandssensor (5) mit Sender (3) und Empfänger  
(4), wobei der Sender (3) zum Aussenden von elektromagne-  
tischen Impulssignalen (6) und der Empfänger (4) zum Emp-



fangen von an einem Objekt (2) reflektierten Signalen (7) in Form einer zusammengehörigen Folge von Pulsen (10) vorgesehen ist, mit einem Modulationsmittel zur Überlagerung der empfangenen Pulse (10) mit einem Modulationssignal (18), mit Diskretisierungsmitteln zum Diskretisieren jedes Pulses (10) um einen abgetasteten Puls (14) zu erhalten und mit Verarbeitungsmitteln zum Addieren der abgetasteten Pulse (14).

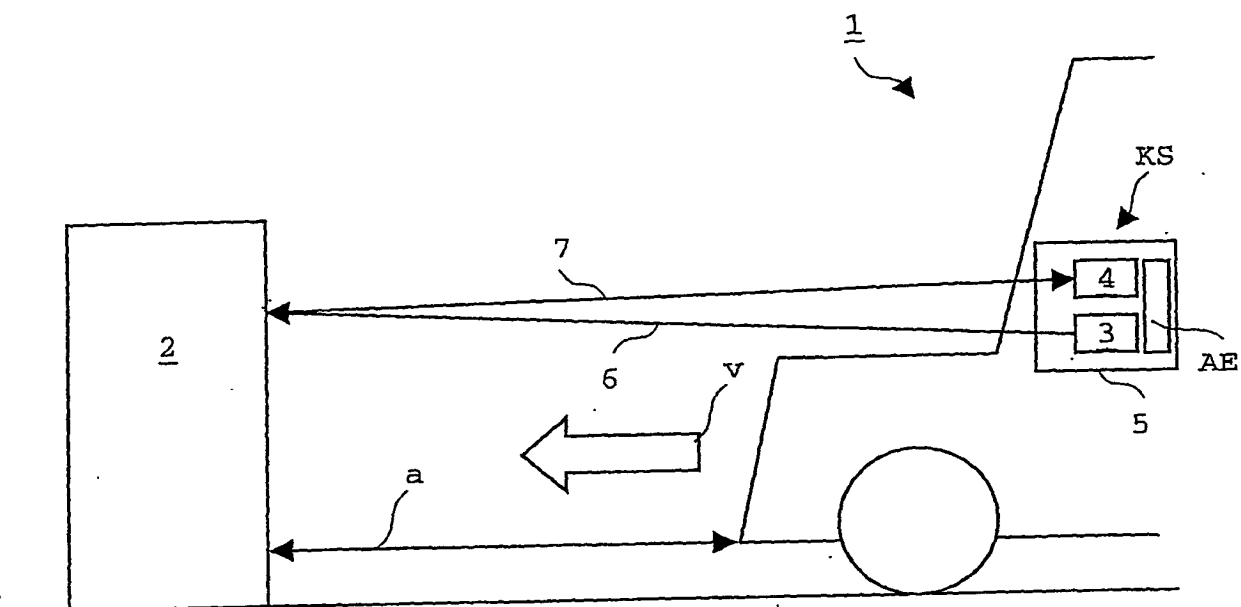


FIG 1

## Stand der Technik

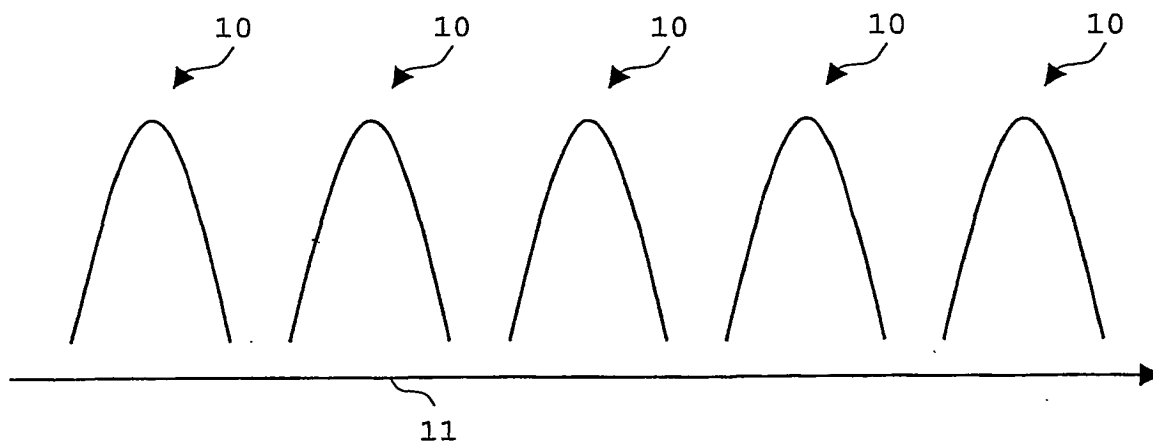
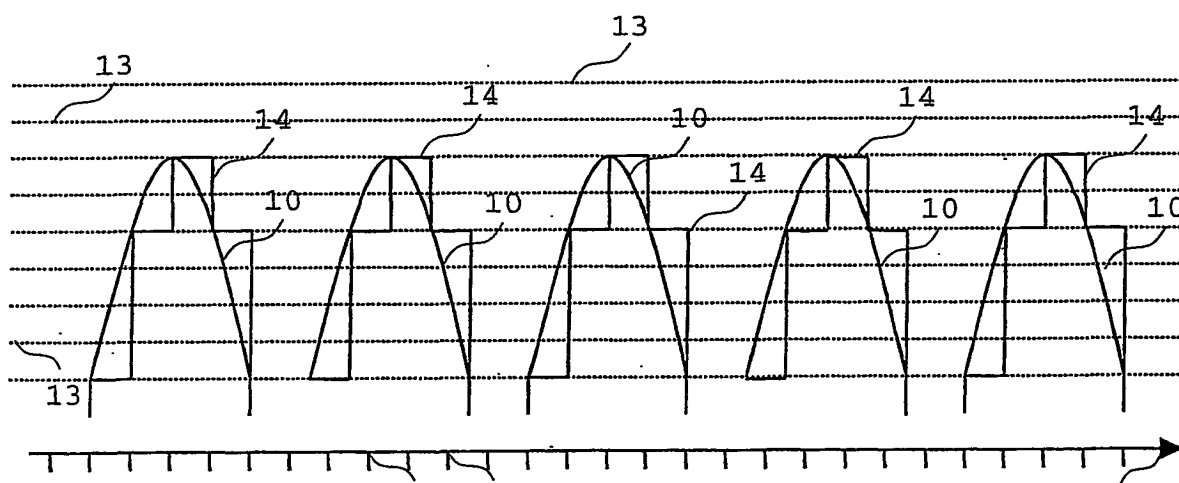


FIG 2



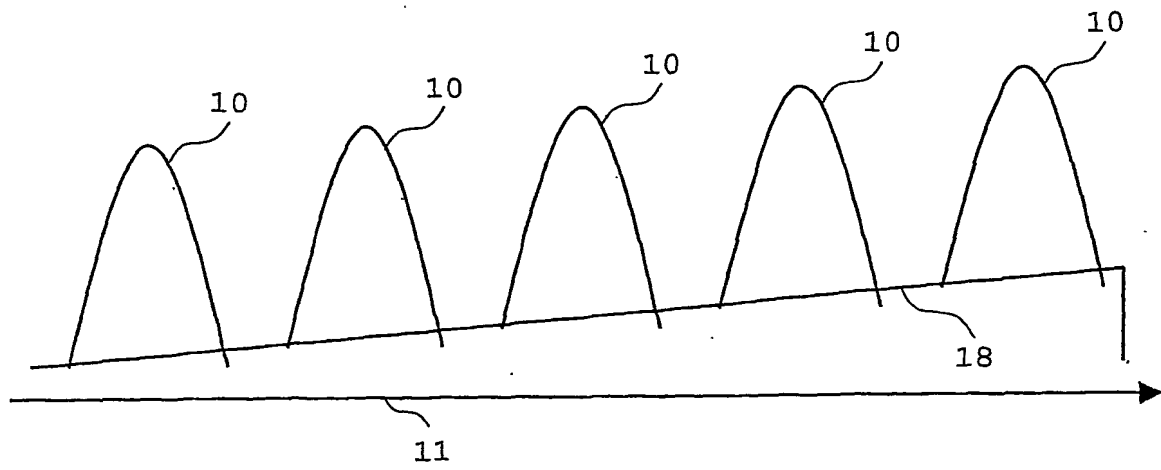
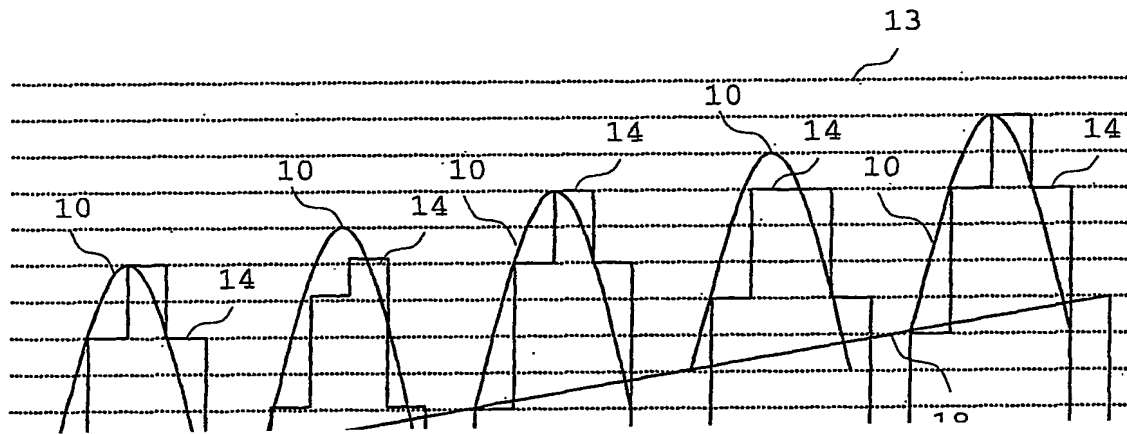


FIG 5



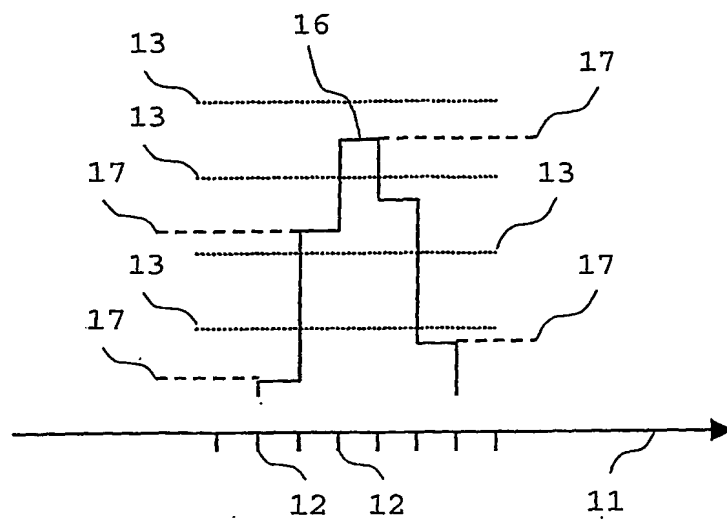


FIG 7

10

10  
,

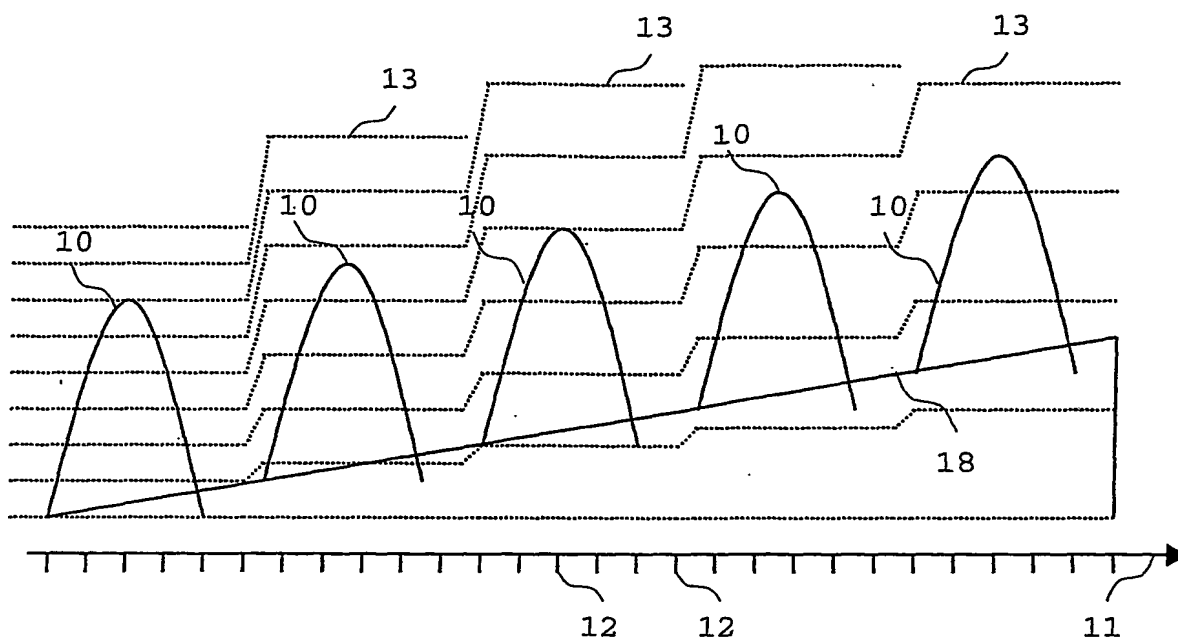


FIG 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001596

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7    G01S7/487		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7    G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 312 524 A (WILD HEERBRUGG AG) 26 April 1989 (1989-04-26) cited in the application column 1, line 3 - line 15 column 2, line 53 - column 5, line 49 figure 1	1-11
A	WO 99/60419 A (PERGER ANDREAS) 25 November 1999 (1999-11-25) page 1, line 3 - line 26 page 4, line 19 - page 9, line 11 figures 1,2	1-11
A	US 4 533 241 A (MASUNAGA MAKOTO ET AL) 6 August 1985 (1985-08-06) figures 1-3 column 1, line 7 - column 3, line 4	1-11
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the International filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report	
9 November 2004	24/11/2004	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5918 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Lupo, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001596

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0312524	A	26-04-1989	WO	8805922 A1	11-08-1988
			AT	83562 T	15-01-1993
			EP	0312524 A1	26-04-1989
			SG	63194 G	25-11-1994
WO 9960419	A	25-11-1999	AT	406093 B	25-02-2000
			AT	85498 A	15-06-1999
			WO	9960419 A1	25-11-1999
			AT	227429 T	15-11-2002
			DE	59903323 D1	12-12-2002
			EP	1078281 A1	28-02-2001
US 4533241	A	06-08-1985	JP	58017311 A	01-02-1983



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001596

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01S7/487

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 312 524 A (WILD HEERBRUGG AG) 26. April 1989 (1989-04-26) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 15 Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 5, Zeile 49 Abbildung 1	1-11
A	WO 99/60419 A (PERGER ANDREAS) 25. November 1999 (1999-11-25) Seite 1, Zeile 3 - Zeile 26 Seite 4, Zeile 19 - Seite 9, Zeile 11 Abbildungen 1,2	1-11
A	US 4 533 241 A (MASUNAGA MAKOTO ET AL) 6. August 1985 (1985-08-06) Abbildungen 1-3 Spalte 1, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 4	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. November 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lupo, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001596

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0312524 A	26-04-1989	WO 8805922 A1 AT 83562 T EP 0312524 A1 SG 63194 G	11-08-1988 15-01-1993 26-04-1989 25-11-1994
WO 9960419 A	25-11-1999	AT 406093 B AT 85498 A WO 9960419 A1 AT 227429 T DE 59903323 D1 EP 1078281 A1	25-02-2000 15-06-1999 25-11-1999 15-11-2002 12-12-2002 28-02-2001
US 4533241 A	06-08-1985	JP 58017311 A	01-02-1983